

ЛЕБЕДЕВА Татьяна Николаевна

ФОРМИРОВАНИЕ АЛГОРИТМИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ  
ШКОЛЬНИКОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ РЕКУРСИВНЫМ  
АЛГОРИТМАМ В ПРОФИЛЬНЫХ КЛАССАХ СРЕДНЕЙ  
ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЫ

13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания  
(информатика, уровень общего образования)

АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата педагогических наук

Екатеринбург – 2005

В ГОУ ВПО «Челябинский государственный педагогический университет».

Научный руководитель:	доктор педагогических наук, профессор Матрос Дмитрий Шаевич
Официальные оппоненты:	доктор технических наук, профессор Коуров Владимир Григорьевич  кандидат педагогических наук Газейкина Анна Ивановна
Ведущая организация:	Пермский государственный университет

Защита состоится 25 ноября 2005 года в 17.00 часов на заседании диссертационного совета К 212.283.07 по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата педагогических наук по специальности 13.00.02 – теория и методика обучения информатике в Уральском государственном педагогическом университете по адресу: 620219, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, 9а, ауд. 1.

С диссертацией можно ознакомиться в читальном зале научной библиотеки Уральского государственного педагогического университета.

Автореферат разослан 20 октября 2005 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Зуев П.В.

## **Общая характеристика работы**

**Актуальность исследования.** Современный этап развития общества характеризуется внедрением информационных технологий во все сферы человеческой деятельности. Новые информационные технологии оказывают существенное влияние и на сферу образования. Происходящие фундаментальные изменения в системе образования вызваны новым пониманием целей, образовательных ценностей, а также необходимостью перехода к непрерывному образованию, разработкой и использованием новых технологий обучения, связанных с оптимальным построением и реализацией учебного процесса с учетом гарантированного достижения дидактических целей.

Одной из дидактических задач образовательного учреждения является формирование мышления учащегося, развитие его интеллекта. Важной составляющей интеллектуального развития человека является алгоритмическое мышление. Наибольшим потенциалом для формирования алгоритмического мышления школьников среди естественнонаучных дисциплин обладает информатика. Анализ развития стандарта образования по информатике позволяет сделать вывод: формирование алгоритмического мышления школьников – важная цель школьного образования на разных ступенях изучения информатики.

Решение задачи на компьютере невозможно без создания алгоритма. Умения решать задачи, разрабатывать стратегию ее решения, выдвигать и доказывать гипотезы опытным путем, прогнозировать результаты своей деятельности, анализировать и находить рациональные способы решения задачи путем оптимизации, детализации созданного алгоритма, представлять алгоритм в формализованном виде на языке исполнителя позволяют судить об уровне развития алгоритмического мышления школьников. Поэтому необходимо особое внимание уделять алгоритмическому мышлению подрастающего поколения.

Поскольку алгоритмическое мышление в течение жизни развивается под воздействием внешних факторов, то в процессе дополнительного воздействия возможно повышение уровня его развития. Необходимость поиска новых эффективных средств развития алгоритмического мышления у школьников обусловлена его значимостью для дальнейшей самореализации личности в информационном обществе.

В методической литературе по информатике отмечены различные способы формирования алгоритмического мышления школьников: проведение систематического и целенаправленного применения идей структурного подхода (А.Г. Гейн, В.Н. Исаков, В.В. Исакова, В.Ф. Шолохович); повышение уровня мотивированности задач (В.Н. Исаков, В.В. Исакова); постоянная умственная работа (Я.Н. Зайдельман, Г.В. Лебедев, Л.Е. Самовольнова) и пр.

Среди диссертационных исследований в области теории и методики обучения информатике формирование алгоритмического мышления школьников рассмотрено в работах А.И. Газейкиной (5–7-е классы), Л.Г. Лучко (базовый курс), С.В. Ильиченко, И.В. Левченко, И.Н. Слинкиной (начальная школа).

До настоящего времени повышение уровня алгоритмического мышления школьников в профильных классах средней общеобразовательной школы не являлось предметом диссертационных исследований.

Эффективным способом формирования алгоритмического мышления школьников профильных классов в курсе информатики и информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) является обучение построению рекурсивных алгоритмов и их использованию при решении большого класса задач из раздела алгоритмизации и программирования, а также теории алгоритмов.

В фундаментальных работах Ф.Л. Бауэра, С. Клини, Р. Петер, В.А. Успенского и др. уделялось большое внимание аппарату рекурсивных функций как одному из подходов к уточнению понятия алгоритма. В учебно-методической литературе понятие рекурсивного алгоритма в программировании рассматривалось в работах Т.З. Грибниковой, Е.А. Ерохиной, Г.А. Звенигородского, В. Пинаева, А.Г. Юдиной и др. Вместе с тем, представленный материал по рекурсивным алгоритмам рассчитан на базовые математические знания в вузовском объеме и не адаптирован к школьному курсу, не разработан соответствующий методический материал.

Таким образом, актуальность исследования обусловлена **противоречиями**:

- между значимостью и важностью развития алгоритмического мышления школьников и недостаточной разработанностью способов по его развитию в процессе обучения информатике и ИКТ в профильных классах средней общеобразовательной школы;

- между возрастающими возможностями использования рекурсивных алгоритмов в различных областях человеческой деятельности и недостаточной разработанностью технологии обучения рекурсивным алгоритмам в школьной информатике.

Необходимость разрешения этих противоречий обуславливает **актуальность** исследования, а также определяет его **проблему**: как можно повысить эффективность развития алгоритмического мышления школьников в профильных классах средней общеобразовательной школы в процессе обучения информатике и ИКТ?

С учетом вышесказанного и обоснованной актуальности была сформулирована **тема исследования**: «Формирование алгоритмического мышления школьников в процессе обучения рекурсивным алгоритмам в профильных классах средней общеобразовательной школы».

**Объектом исследования** является процесс обучения информатике и ИКТ в старших классах физико-математического и информационно-технологического профилей средней общеобразовательной школы.

**Предметом исследования** является формирование алгоритмического мышления школьников при обучении рекурсивным алгоритмам.

**Целью исследования** является разработка и теоретическое обоснование технологии обучения учащихся построению и использованию рекурсивных алгоритмов при решении задач в старших классах физико-математического, информационно-технологического профилей средней общеобразовательной школы, реализация которой обеспечит повышение их уровня алгоритмического мышления.

**Гипотеза исследования.** Эффективное формирование алгоритмического мышления при обучении информатике в профильных классах средней общеобразовательной школы будет обеспечено, если:

- дополнить и углубить базовые понятия раздела алгоритмизации и программирования федерального стандарта по информатике и ИКТ путем введения и изучения вопросов по рекурсивным алгоритмам за счет компонента образовательного учреждения;

- разработать и использовать технологию обучения рекурсивным алгоритмам, основанную на конструировании иерархической системы моделей учебного процесса.

**В качестве показателей эффективности** предлагаемой технологии послужили:

- коэффициенты полноты усвоения понятий и выполнения операций при решении задач из раздела алгоритмизации и программирования (Н.Н. Тулькибаева, А.В. Усова);

- критерии сформированности алгоритмического мышления, отличающиеся набором мыслительных действий учащегося при решении алгоритмических задач.

На основании поставленной цели и выдвинутой гипотезы были выделены **задачи исследования**:

1. Изучить состояние проблемы в педагогической науке и практике.
2. Обосновать целесообразность введения рекурсивных алгоритмов как одного из подходов уточнения понятия алгоритма в курсе информатики и выявить их влияние на дальнейшее формирование алгоритмического мышления школьников.
3. Разработать технологию обучения учащихся старших классов физико-математического, информационно-технологического профилей курсу «Рекурсивные алгоритмы» (отбор содержания учебного материала курса, конструирование учебного процесса путем создания иерархической системы пяти моделей).
4. Предложить критерии для оценки уровня алгоритмического стиля мышления школьников.
5. Экспериментально проверить результативность разработанной технологии.

**Теоретико-методологическую основу** исследования составляют: работы в области формирования содержания образования (Ю.К. Бабанский, И.Я. Лернер, Д.Ш. Матрос, М.Н. Скаткин, А.В. Усова и др.); работы в области мышления личности (Л.С. Выготский, П.Я. Гальперин, В.В. Давыдов,

А.П. Ершов, Ю.А. Первин, Ж. Пиаже, С.Л. Рубинштейн и др.); работы в области использования технологического подхода в обучении (В.П. Беспалько, Б. Блум, М.В. Кларин, П.И. Образцов, А.И. Уман и др.); работы в области углубленного изучения некоторых вопросов предмета по данной проблематике (С.А. Бешенков, А.П. Ершов, Г.А. Звенигородский, А.А. Кузнецов, В.М. Монахов, А.Г. Юдина и др.); работы в области теоретической информатики (Ф.Л. Бауэр, М. Брой, В.М. Глушков, Х. Роджерс, В.А. Успенский и др.); работы в области теории и практики общего образования по информатике (С.А. Бешенков, А.И. Бочкин, А.Г. Гейн, А.П. Ершов, А.А. Кузнецов, В.М. Монахов, В.Ф. Шолохович и др.).

**Методы исследования:** теоретический анализ, синтез исследования и обобщения психолого-педагогической литературы; изучение материалов конференций по внедрению новых информационных технологий в обучение; анализ учебно-методической литературы; изучение и сравнительный анализ государственного образовательного стандарта, программ, учебников и учебных пособий по информатике; проектирование и конструирование учебного курса, направленного на достижение поставленных целей; педагогическое наблюдение, анкетирование, беседа с учащимися и учителями, тестирование учащихся; проведение педагогического эксперимента, статистическая обработка полученных результатов исследования и их анализ.

Источником информации по проблеме являлась научная, методическая и учебная литература, материалы конференций, опрос учащихся и учителей.

#### **Основные этапы работы.**

Первый этап (1998 – 1999 г.г.) направлен был на изучение проблемы формирования алгоритмического мышления учащихся и обучения основам алгоритмизации и программирования. Проведен анализ психолого-педагогической, учебной и методической литературы, сформулирована гипотеза, составлен план опытно-экспериментальной работы, организован и проведен констатирующий эксперимент.

На втором этапе (1999 – 2004 г.г.) были разработаны теоретические основы технологии обучения учащихся классов физико-математического и информационно-технологического профилей по курсу «Рекурсивные алгоритмы».

Целью третьего этапа (2004 – 2005 г.г.) было проведение корректировки и усовершенствование технологии обучения рекурсивным алгоритмам, отобран учебный материал, составлено тематическое и поурочное планирование. Для проверки гипотезы был организован и проведен формирующий эксперимент, проведена обработка результатов эксперимента.

**Научная новизна.** В отличие от диссертационных работ А.И. Газейкиной, И.В. Левченко, Л.Г. Лучко, в которых решались вопросы формирования алгоритмического мышления школьников в начальной школе и базовом курсе информатики, в представленном диссертационном исследовании ставится и решается проблема формирования алгоритмического мышления школьников в процессе обучения построению и использованию рекурсивных алгоритмов в

старших классах физико-математического и информационно-технологического профилей средней общеобразовательной школы:

1) обоснована целесообразность и возможность введения рекурсивных алгоритмов в школьный курс информатики профильного уровня;

2) разработана технология обучения рекурсивным алгоритмам, состоящая в создании иерархической системы моделей (целевой модели, построении содержания курса, разработки методической, процессуальной и результативной моделей обучения).

#### **Теоретическая значимость:**

1. Уточнено понятие алгоритмического мышления путем указания на следующие признаки определения: целесообразность (или рациональность), оптимизация логических блоков при разработке алгоритмов.

2. Выделены компоненты алгоритмического мышления школьников профильных классов (умение формализовать задачу; умение разбивать задачу на отдельные составные логические блоки; умение определять взаимосвязи этих блоков; умение построить решение задачи на основе блоков с помощью применения метода проектирования «снизу-вверх» или «сверху-вниз»; умение провести анализ каждого блока решения задачи и предложить пути по их оптимизации).

3. Определены и обоснованы критерии сформированности алгоритмического мышления школьников профильных классов средней общеобразовательной школы.

4. Научно обоснована целесообразность введения рекурсивных алгоритмов в школьный курс информатики профильного уровня, использование которой позволит дополнить и углубить базовые понятия раздела алгоритмизации и программирования федерального стандарта по информатике и ИКТ профильного уровня и повысит уровень алгоритмического мышления школьников.

5. Разработана и обоснована структура деятельности учащихся по решению задач рекурсивного характера, включающая 11 этапов решения задач (специфические: выбор «пограничных» (тривиальных) условий решения задачи; выбор формы организации рекурсивного процесса; выбор типа рекурсивного процесса; выбор вида рекурсивного процесса; анализ полученных результатов и оптимизации алгоритма), а также перечень соответствующих мыслительных действий с кратким их описанием.

6. Построена иерархическая система моделей учебного процесса, элементами которой служат целевая, содержательная, методическая, процессуальная, результативная модели.

#### **Практическое значение:**

1. Разработаны и внедрены в учебный процесс: программа курса «Рекурсивные алгоритмы»; тематическое и поурочное планирование; дидактические материалы для учащихся.

2. Разработаны методические рекомендации для учителей-предметников, которые даны в виде предполагаемых возможных затруднений, возникающих у школьников в ходе изучения «Рекурсивных алгоритмов», и сформулированы пути их преодоления.

3. Написано и внедрено в учебный процесс педагогическое программное средство «Рекурсивные алгоритмы», включающее теоретический материал по изучаемым понятиям, практические и тестовые задания, контрольные вопросы.

4. Издано и внедрено в учебный процесс вузовского и школьного курсов учебно-методическое издание «Рекурсивные алгоритмы и функции».

**Достоверность и обоснованность** результатов исследования обеспечивалась использованием научно-обоснованных методов, последовательным проведением педагогического эксперимента, применением статистических методов обработки результатов педагогического эксперимента.

**Апробация** материалов исследования осуществлена в форме докладов и сообщений:

- на ежегодной международной конференции «Применение новых технологий в образовании» (Троицк, 2005 г.);
- на всероссийских научно-практических конференциях «Управление качеством образования в муниципальном образовательном пространстве» (Челябинск, 2001 г.), «Информатизация общего и педагогического образования – главное условие их модернизации» (Челябинск, 2004 г.);
- на межвузовских научно-методических конференциях «Методика вузовского преподавания» (Челябинск, 1998), «Методика вузовского преподавания» (Челябинск, 2000, 2001);
- на ежегодных конференциях по итогам научно-исследовательских работ аспирантов и преподавателей ЧГПУ (1998-2005г.г.);
- на научно-методических семинарах, проводимых на кафедре информатики и методики преподавания информатики ЧГПУ (1998-2005г.г.);
- на методическом районном совещании «Внедрение элективных курсов в учебную деятельность» для учителей школ города и области (2005 г.);
- при проведении лекционных занятий по курсу «Рекурсивные алгоритмы» для студентов 5 курса заочного отделения факультета информатики (2005г.).

**На защиту выносятся следующие положения:**

1. Требования к уровню подготовки выпускника средней общеобразовательной школы для жизни в современном информационном обществе возросли, поэтому необходим поиск новых эффективных способов формирования алгоритмического мышления школьников при обучении информатике и ИКТ.

2. Изучение содержания курса «Рекурсивные алгоритмы», включающее вопросы трех модулей «Рекурсивные алгоритмы в программировании», «Рекурсия и графика» и «Рекурсивные функции в теории алгоритмов», позволит сформировать у учащихся физико-математического, информационно-технологического профилей средней общеобразовательной школы более глу-



бокое осмысление основных понятий раздела алгоритмизации и программирования федерального стандарта по информатике и ИКТ, а также повысит их уровень алгоритмического мышления.

3. Наиболее эффективной для реализации учебного процесса курса «Рекурсивные алгоритмы» является технология обучения, представленная в виде иерархической системы моделей учебного процесса (целевой, содержательной, методической, процессуальной, результативной).

4. Показателями эффективности технологии обучения построения и использования рекурсивных алгоритмов в школьном курсе информатики служат:

- коэффициенты полноты усвоения понятий и выполнения операций при решении задач из раздела алгоритмизации и программирования;

- критерии сформированности алгоритмического мышления школьников (первый – четвертый), отличающиеся набором мыслительных действий учащегося при решении алгоритмических задач.

**Структура диссертации.** Диссертация состоит из введения, трех глав, библиографического списка, приложений.

### **Основное содержание работы**

**Во введении** обосновывается актуальность темы, раскрывается научный аппарат исследования: цель, объект, предмет, формулируется гипотеза исследования; ставятся задачи исследования, раскрываются методы и этапы исследования, его научная новизна, теоретическая и практическая значимость; содержатся сведения об апробации результатов исследования; излагаются основные положения, выносимые на защиту.

**Первая глава** «Теоретические основы формирования алгоритмического мышления школьников посредством изучения рекурсивных алгоритмов» посвящена анализу проблемы формирования алгоритмического мышления и уточнения его роли, места, уровня развития в современном курсе информатики и ИКТ в целом и в частности при изучении рекурсивных алгоритмов. Определяются основополагающие понятия, рассматриваются взгляды современных ученых по исследуемому вопросу.

В первом параграфе «Психолого-педагогические аспекты формирования алгоритмического мышления школьников» проводится анализ психолого-педагогической, философской, учебно-методической литературы по проблеме формирования алгоритмического мышления школьников. Проведенный анализ позволил выделить три различные точки зрения на взгляд преподавания информатики в школе (пользовательская, программистская, научная).

Из работ В.В. Давыдова, Н.Ф. Талызиной и др. установлено, что ключевыми факторами умственного развития школьников являются содержание обучение и степень сформированности умственных действий на его основе. На основе трудов Л.С. Выготского был сделан вывод, что эффективно алгоритмическое мышление формируется в среднем и старшем школьном возрасте, когда развивается способность к абстракции и дедукции.

Поскольку алгоритмическое мышление в течение жизни развивается под воздействием внешних факторов, то в процессе дополнительного воздействия возможен прирост уровня его развития.

В исследовании уточнено понятие «алгоритмическое мышление», данное А.И. Газейкиной, И.Н. Слинкиной: алгоритмическое мышление – познавательный процесс, характеризующийся наличием четкой, целесообразной (или рациональной) последовательности совершаемых мыслительных процессов с присущей детализацией и оптимизацией укрупненных блоков, осознанным закреплением процесса получения конечного результата, представленного в формализованном виде на языке исполнителя с принятыми семантическими и синтаксическими правилами.

Компонентами алгоритмического мышления являются: умение формализовать задачу; умение разбивать задачу на отдельные составные логические блоки; умение определять взаимосвязи этих блоков; умение построить решение задачи на основе блоков с помощью применения метода проектирования «снизу-вверх» или «сверху-вниз», умение провести анализ каждого блока решения задачи и предложить пути по его оптимизации.

Анализ работ Н.Н. Тулькибаевой позволил разработать критерии сформированности алгоритмического мышления школьников:

1) знание основных операций, приемов и методов, на основе которых формируется процесс решения задачи, умение производить разрозненные операции (например, на определение только математической модели, распознавание той или иной формы рекурсивного процесса и пр.), что составляет знание этапов решения задач и умение применять их в отдельности;

2) овладение структурой совокупности всех операций (т.е. структуры деятельности по решению задач любого характера: итеративного, рекурсивного). В этом случае ученик должен не только знать этапы решения задач, но и уметь принять их для достижения результата своей деятельности;

3) умение применять знания основных операций, структуры совокупности операций при решении задачи, умение проводить систематизацию и обобщение знаний, умение предлагать пути по оптимизации созданного алгоритма или его отдельных блоков;

4) умение применять свои знания в нестандартных ситуациях, оперирование всеми понятиями и осуществлять перенос полученных знаний на класс других задач (получение бесконечного множества объектов с помощью конечного выражения), при решении нестандартных задач, задач олимпиадного характера, умение сочетать знания из других предметов для решения задач.

На базе основных критериев сформированности алгоритмического мышления в процессе решения задач (итеративного или рекурсивного характеров) определены его уровни, необходимые для оказания своевременной помощи учащимся путем внесения некоторых изменений в процесс обучения.

Во втором параграфе «Формирование алгоритмического мышления школьников – одна из главных целей обучения в современном курсе информатики» акцентируется внимание на важности и первостепенности задачи школьного образования.

Проанализировано состояние содержания раздела алгоритмизации и программирования на современном этапе преподавания информатики в школе. В результате анализа государственного стандарта по информатике и ИКТ базового, профильного уровней средней школы, а также предшествующих различных проектов стандартов по информатике были выделены составляющие алгоритмического мышления.

Исследования государственного образовательного стандарта, проектов стандарта по информатике, учебных программ и пособий позволили сделать вывод о недостаточном объеме и глубине представления понятий раздела алгоритмизации и программирования для учащихся физико-математического, информационно-технологического профилей средней школы. В работе дано обоснование уточнения понятия алгоритма на более глубоком уровне в рамках элективного курса или факультативных занятий, индивидуальных консультаций за счет образовательного учреждения для учащихся профильных классов. Уточнение понятие алгоритма позволит расширить и углубить знания учащихся по основам алгоритмизации и программирования, показать различные сферы применения алгоритмов. Изучение рекурсивных функций, являющихся одним из подходов к уточнению понятия алгоритма, обусловлено психолого-возрастными особенностями восприятия материала, наличием достаточного уровня математических знаний, структурой, организацией, построением рекурсивных функций.

Третий параграф обосновывает целесообразность введения рекурсивных алгоритмов в школьный курс информатики для формирования алгоритмического мышления школьников. В результате проведенных исследований научной и учебно-методической литературы (школьные учебники, учебные программы, журнал «Информатика и образование», газета «Информатика») был сделан вывод о том, что материалы по данной проблематике не адаптированы для школьного курса информатики, общее количество часов, отведенных на изучение данных вопросов в учебных программах, не позволяет школьникам осмыслить, понять и применять в практической своей деятельности всю красоту и мощь этих понятий.

В частности, в рассматриваемых учебниках проблеме знакомства школьников с рекурсивными алгоритмами не уделяется должного внимания: 1) нет четкого определения понятия рекурсии; 2) недостаточно изложена суть рекурсивного процесса; 3) не рассмотрены сферы применения рекурсивных алгоритмов в программировании; 4) не рассмотрены достоинства и недостатки рекурсивных процедур и функций; 5) не рассмотрены виды, формы, типы рекурсивных алгоритмов; 6) использование терминов не отражает современное понимание; 7) недостаточно приведено примеров, поясняющих работу того или иного алгоритма; 8) недостаточно уделено внимания разработке, созда-

нию, нахождению рекуррентных соотношений; 9) не рассмотрен аппарат рекурсивных функций как одного из подходов к уточнению понятия алгоритма. Более того, приведенный список примеров, упражнений для самостоятельной работы не направлен на развитие умений мыслить самостоятельно, активно. И, тем самым, не позволяет формировать у учащихся систему правильных умственных операций, необходимых для решения задачи, составления алгоритма.

Вследствие популярности применения рекурсивных алгоритмов в различных областях человеческой деятельности, нами предложена схема по расширению стандартов по математике, информатике и физике путем введения некоторых дополнительных вопросов. Такое включение вопросов влечет за собой усиление межпредметных связей, способствуя целостному, системному восприятию картины мира, информационных процессов применительно к обществу, природе и познанию.

Решение любой задачи (рекурсивного, итерационного характеров) предполагает планирование структуры деятельности. В результате анализа этапов решения задач, разобранных в различных изданиях, разработаны этапы по решению задач рекурсивного характера в связи со спецификой данного процесса.

Выделенные ранее компоненты алгоритмического мышления подверглись конкретизации с учетом специфики рекурсивных алгоритмов в программировании и представлены в виде схемы его этапов: 1) проведение спецификации задачи; 2) составление словесного описания алгоритма решения задачи; 3) составление математической модели; 4) выбор «пограничных» (тривиальных) условий решения задачи; 5) выбор формы организации рекурсивного процесса (спуск, возврат и т.д.); 6) выбор типа рекурсивного процесса (прямая рекурсия, косвенная (взаимная) рекурсии); 7) выбор вида рекурсивного процесса (линейная рекурсия, каскадная (древовидная) рекурсия, повторительная рекурсия, удаленная рекурсия); 8) выбор исполнителя и запись алгоритма с помощью основных конструкций исполнителя; 9) «ручная» проверка корректности созданного алгоритма; 10) «машинный запуск» программы; 11) анализ полученных результатов и оптимизации алгоритма.

Найдены умения, характеризующие формирование алгоритмического мышления школьников с целью ознакомления со специфической работой рекурсивных алгоритмов в программировании, и определена структура деятельности по решению задач рекурсивного характера на основе работ Н.Н. Тулькибаевой и А.В. Усовой.

Таким образом, для формирования алгоритмического мышления необходима точно продуманная система учебных задач и методов обучения, позволяющих осваивать принципы решения целого класса задач с родственной логической или алгоритмической основой.

**Вторая глава** «Технология обучения рекурсивным алгоритмам в школьном курсе информатики» посвящена отбору содержания учебного материала курса «Рекурсивные алгоритмы», конструированию учебного процесса путем создания иерархической системы пяти моделей.

Расширение и углубление базовых понятий информатики по основам алгоритмизации и программирования федерального стандарта возможно за счет включения рекурсивных алгоритмов как одного из подходов к уточнению понятия алгоритма.

Для обучения рекурсивным алгоритмам важно использовать технологический подход, который характеризуется наличием следующих преимуществ: направленность обучения на конкретные цели, алгоритмизация действий, гарантированное получение запланированных результатов, объективный контроль усвоения учебного материала, корректировка процесса обучения.

Особенность применения технологического подхода заключается в конструировании учебного процесса путем построения иерархической системы моделей (целевой, содержательной, методической, процессуальной, результативной).

В первом параграфе «Целевые и содержательные структурные единицы» учебный материал по своей структуре представлен в виде целевой модели и соответствующей ей содержательной модели (включающей структурные единицы темы), показаны взаимосвязи между целевыми и содержательными структурными единицами курса. Для построения целевой модели необходимо было сформулировать целевые установки и провести их конкретизацию с помощью целевых структурных единиц. На рис. 1 показан пример построенной целевой модели фрагмента модуля «Рекурсивные алгоритмы в программировании».



Рис. 1. Пример целевой модели фрагмента модуля «Рекурсивные алгоритмы в программировании»

Второй параграф раскрывает содержание курса «Рекурсивные алгоритмы». При разработке последовательности изучения курса с выделением названий его блоков и программно-методических средств мы опирались на общедидактические принципы обучения, расширение и углубление понятия алгоритма на основе государственного стандарта образования по информатике, концепцию примерной программы, возрастающий интерес к вопросам теоретической информатики.

Содержание курса было разбито на три модуля: «Рекурсивные алгоритмы в программировании», «Рекурсия и графика» и «Уточнение понятия алгоритма». Предложен большой перечень задач, творческих проектов.

Построение содержательной модели заключалось в отборе и структуризации материала, согласно выделенным целевым структурным единицам, а также в выделении содержательных структурных единиц и установлении связи между ними. На рис.2 показан пример содержательной модели фрагмента модуля «Рекурсивные алгоритмы в программировании».

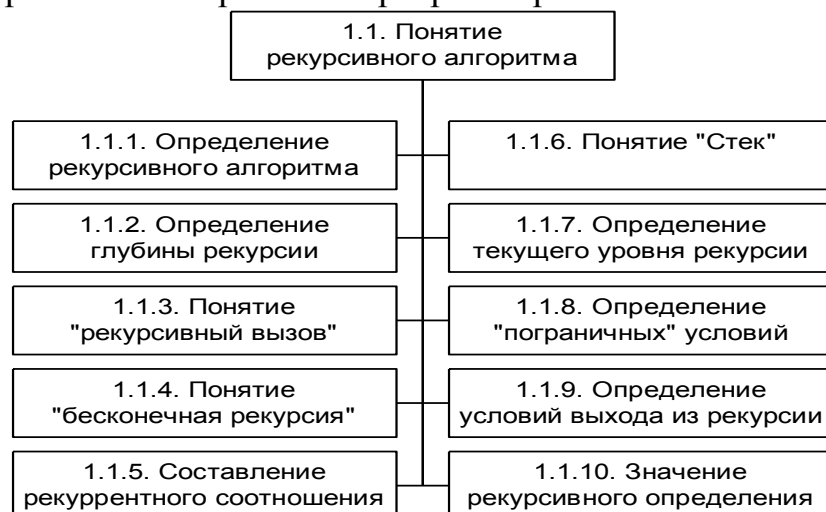


Рис. 2. Пример содержательной модели фрагмента модуля «Рекурсивные алгоритмы в программировании»

На основе построенных целевой и содержательной моделей курса, в третьем параграфе созданы методическая, процессуальная (по классификации методов М.Н. Скаткина и И.Я. Лернера), результативная модели (по классификации методов П.И. Образцова).

Для построения методической модели необходимо было соотнести каждую содержательную структурную единицу с определенными методами и приемами обучения. Пример методической модели фрагмента курса «Рекурсивные алгоритмы» приведен в таблице 1.

Предполагаемая деятельность учителя и учащихся на каждый временной отрезок учебного процесса (для достижения каждой целевой установки) представляет собой процессуальную модель. Обоснован выбор репродуктивного, частично-поискового и проблемного методов.

Завершающим этапом при проектировании и реализации технологии обучения является построение модели результата, основанной на дидактических требованиях к системе оценки и контроля, сформулированных П.И. Образцовым. Модель результата содержит различные методы (устный, письменный, практический, лабораторный, машинный контроль, самоконтроль обучающихся) и виды (масштаб целей обучения, этап обучения, временная направленность, частота контроля, широта контролируемой области, организационные формы обучения, вид учебных занятий, способ осуществления контроля) контролей за результатами учебного процесса.

Таблица 1

## Пример методической модели фрагмента курса «Рекурсивные алгоритмы»

№ п/п	Целевая структурная единица	Содержательная структур- ная единица	Методы обучения
1	2	3	4
1)	Дать представление о рекурсии на спуске	Рекурсия на спуске. Применение данной формы для решения ряда задач. Показать работу стека при использовании данной формы.	Метод проблемного изложения; частично-поисковый метод
2)	Дать представление о рекурсии на возврате	Рекурсия на возврате. Применение данной формы для решения ряда задач. Показать работу стека при использовании данной формы.	Метод проблемного изложения; частично-поисковый метод
3)	Дать представление о рекурсии, как на спуске, так и на возврате	Рекурсия, как на спуске, так и на возврате. Применение данной формы для решения ряда задач. Показать работу стека при использовании данной формы.	Метод проблемного изложения; частично-поисковый метод
4)	Научить определять сходства и различия форм рекурсивных процедур и функций	Сходства и различия форм рекурсивных процедур и функций	Метод проблемного изложения; репродуктивный метод
5)	Научить оценивать преимущества той или иной формы рекурсивного процесса	Преимущества и недостатки той или иной формы рекурсивного процесса	Метод проблемного изложения; репродуктивный метод

На основе построения многоуровневой иерархической системы, представленной в виде целевой, содержательной, методической, процессуальной, результативной моделей, раскрыты взаимосвязи между структурными единицами.

В работе предложены пути преодоления возможных трудностей и проблемных моментов, возникающих при обучении рекурсивным алгоритмам.

**Третья глава** «Педагогический эксперимент и его анализ» рассмотрены задачи, организация и методика проведения педагогического эксперимента, проведен анализ полученных результатов.

В констатирующем эксперименте принимали участие 87 учащихся 9-11-х классов из МОУ №123 г. Челябинска, МОУ Кременкульской средней общеобразовательной школы Сосновского района Челябинской области, а также 20 слушателей воскресной школы «Юный информатик» при ЧГПУ (старшей группы).

Для определения фактического уровня знаний учащихся проводилось тестирование, затрагивающее общие вопросы алгоритмизации и программирования.

Опираясь на полученные данные, был сделан вывод, что изучение некоторых разделов алгоритмизации и программирования федерального стандарта по информатике и ИКТ у школьников вызывает трудности. Уровень усвоения знаний, умений учащихся по этим дидактическим единицам очень низкий. Полученные результаты указывают на необходимость организации процесса обучения, при котором дальнейшее формирование его велось систематически и планомерно.

Все это позволило выделить уровни сформированности алгоритмического мышления школьников; создать программу курса «Рекурсивные алгоритмы»; разработать систему заданий, упражнений, набор тестовых и контрольных работ по рекурсивным алгоритмам.

В формирующем эксперименте участвовали школьники 9-10-11-х классов из МОУ лицей №11 г. Челябинска, а также учащиеся 11-х классов МОУ Кременкульской средней общеобразовательной школы Сосновского района Челябинской области, студенты 1, 2 курсов ГОУ СПО «Саткинский горно-керамический колледж» и учащиеся 10-11-х классов МОУ СОШ №8, 15, 21 г. Сатки Челябинской области. Всего участвовало в эксперименте 261 человек.

Респондентам вначале и в конце проведения педагогического эксперимента был предложен один и тот же тест на определение степени усвоения понятия алгоритма, а также предлагалось решить задачу.

Для проверки достоверности выдвинутой гипотезы при выборке объемом 30 и более значений (у нас  $N=261$ ) мы воспользовались расчетом следующих статистических данных: математическое ожидание, дисперсия, среднее квадратическое отклонение.



Верность, точность эмпирической оценки будет характеризоваться доверительной вероятностью, значение которой  $\alpha=0,95$ . Причем, если полученные зоны доверительных интервалов эмпирических оценок не перекрываются, то различие в результатах педагогического эксперимента считается незначительным.

Из соотношения  $2\Phi(t)=0,95$ , откуда  $\Phi(t)=0,475$  по таблице функции Лапласа найдем критерий надежности  $t: t=1,96$ . Точность оценки при начальном тестировании и повторном тестировании определялась по формуле:

$$\Delta = t * \frac{\sigma}{\sqrt{N-1}}.$$

Были получены следующие результаты: доверительный интервал для начального тестирования –  $41\% < M_1 < 43$ ; для повторного тестирования –  $61 < M_2 < 69$ .

На основании полученных данных мы можем констатировать, что зоны доверительных интервалов не пересекаются. Это говорит о том, что различие, полученное в результате педагогического эксперимента (до и после проведения серии мероприятий), существенно. Это позволяет говорить, во-первых, о повышении качества знаний, умений по основам алгоритмизации и программирования федерального стандарта по информатике и ИКТ и формировании убеждений в необходимости и перспективности использования различных методов при решении задач; во-вторых, о положительном эффекте применения технологического подхода обучения курсу «Рекурсивные алгоритмы» учащихся старших классов физико-математического, информационно-технологического профилей общеобразовательной школы.

Введение рекурсивных алгоритмов создает благоприятную основу для дальнейшего формирования алгоритмического мышления школьников, формирование и развитие знаний и умений по этому курсу, что составляет алгоритмическую культуру.

В заключении формулируются общие выводы по исследованию.

### **Основные результаты исследования**

Результаты проведенного исследования позволяют сформулировать следующие выводы:

1. Проведенный анализ психолого-педагогической и научно-методической литературы свидетельствует о том, что проблема формирования алгоритмического мышления школьников в настоящее время является актуальной.

2. Проведенный констатирующий эксперимент позволил сделать вывод об имеющемся низком уровне знаний, умений учащихся по основам алгоритмизации и программирования курса информатики и ИКТ.

3. Научно обоснована целесообразность применения технологии обучения построения и использования рекурсивных алгоритмов для конструирования иерархической системы моделей учебного процесса (целевой, содержательной, методической, процессуальной и результативной).

4. Разработано и внедрено дидактическое обеспечение обучения учащихся старших классов профильного уровня средней общеобразовательной школы рекурсивным алгоритмам, включающее в себя: методические рекомендации по организации деятельности учителя при проведении занятий по курсу, педагогическое программное средство «Рекурсивные алгоритмы», систему заданий и упражнений по курсу.

5. Проведена экспериментальная работа, в ходе которой было выявлено соответствие отобранного материала курса «Рекурсивные алгоритмы» для школьной информатики и эффективность разработанной технологии обучения данному материалу.

6. Определены критерии сформированности алгоритмического мышления школьников.

7. Разработаны дидактические материалы, методические рекомендации по преодолению затруднений в процессе обучения курсу «Рекурсивные алгоритмы».

8. Введение рекурсивных алгоритмов в школьный курс информатики расширяет и углубляет знания, умения учащихся по курсу алгоритмизации и программирования федерального стандарта по информатике и ИКТ профильного уровня.

9. Анализ экспериментальных данных педагогического эксперимента позволил сделать вывод о положительном влиянии знания рекурсивных алгоритмов на формирование алгоритмического мышления школьников.

Дальнейшее исследование по проблеме может заключаться в разработке новых форм и методов изучения других подходов к уточнению понятия алгоритма, расширении и углублении содержания курса для учащихся школ информационно-технологического и физико-математического профилей.

Результаты диссертационного исследования отражены в научных и учебно-методических публикациях и составляет 13 печатных работ.

1. Сергеева (Лебедева) Т.Н. Изучение алгоритмов в курсе информатики // Методика вузовского преподавания: Тезисы конференции. – Челябинск: Изд-во ЧГПУ. 1998. – С.116-118.

2. Сергеева (Лебедева) Т.Н. Факультативный курс «Рекурсивные алгоритмы и функции» // Сборник научных статей аспирантов. – Челябинск: Изд-во ЧГПУ, 1999. – С. 203-205.

3. Сергеева (Лебедева) Т.Н. Рекурсия в курсе информатики // Учащаяся молодежь России: прошлое, настоящее и будущее: Сборник научных статей. – Челябинск: Изд-во ЧГПУ. 2000. – С.95-96.

4. Рекурсивные алгоритмы и функции. Система заданий: Учебно-методическое пособие / Автор-составитель: Т.Н. Сергеева (Лебедева). – Челябинск: Изд-во ЧГПУ – 2000. – 110 с.

5. Сергеева (Лебедева) Т.Н. Обзор изучения темы «Рекурсивные алгоритмы и функции» в вузовском курсе информатики // Методика вузовского преподавания: Материалы 4-й межвузовской научно-методической конференции, 31 октября – 1 ноября 2000 г. – Челябинск: Изд-во ЧГПУ, 2000. – С. 151-152.
6. Сергеева (Лебедева) Т.Н. Формирование алгоритмического стиля мышления школьников как фактор повышения качества образования // Управление качеством образования в муниципальном образовательном пространстве: Тезисы выступлений участников конференции, 23-24 января 2001 г. – Челябинск: Изд-во «ЮжУралИнформ», 2001. – С. 96-97.
7. Сергеева (Лебедева) Т.Н. Формирование алгоритмической культуры школьника при обучении информатике // Вестник ЧГПУ. Научное издание. Серия 10. Новые информационные технологии. – Челябинск: Изд-во ЧГПУ, 2001.–№2. – С. 26-34.
8. Сергеева (Лебедева) Т. Н. Знакомство студентов с рекурсивными алгоритмами и функциями // Методика вузовского преподавания: Материалы 5-й межвузовской научно-методической конференции, 30-31 окт. 2001 г. Ч. 1. – Челябинск: Изд-во ЧГПУ. 2001. – С.239-241.
9. Лебедева Т. Н. Рекурсивные алгоритмы и функции как основа формирования алгоритмического стиля мышления школьников // Вестник института развития образования и воспитания подрастающего поколения при ЧГПУ. Научное издание. Серия 3. Новые информационные технологии. – Челябинск: Изд-во ЧГПУ. – 2002. – №12. – С. 170-180.
10. Лебедева Т. Н. Классификация задач по рекурсивным алгоритмам в программировании // Информатизация общего и педагогического образования – главное условие их модернизации: Тезисы выступлений участников всероссийской конференции. – Челябинск: Изд-во ЧГПУ, 2004. – С. 33.
11. Лебедева Т.Н. Формирование информационной компетентности учащихся посредством изучения рекурсивных алгоритмов и функций // Образовательные технологии. – Воронеж: Изд-во «Научная книга» – 2005. – № 1 (14). – С. 18-21.
12. Лебедева Т.Н. Творческие задания по рекурсии // Применение новых информационных технологий в образовании: Материалы XVI международной конференции. – Троицк: Фонд новых технологий «Байтик», 2005. – С.138-139.
13. Лебедева Т.Н. Элективный курс «Рекурсивные алгоритмы и функции» // Применение новых информационных технологий в образовании: материалы XVI международной конференции. – Троицк: Фонд новых технологий «Байтик», 2005. – С. 139-141.

Подписано в печать \_\_\_\_\_. Формат бумаги 60x84 1/16.  
Бумага для множит. ап.  
Печать на ризографе. Уч.-изд. лист. 1,44. Тираж 100 экз. Заказ № \_\_\_\_\_  
ГОУ ВПО «Челябинский государственный педагогический университет»  
Отдел множительной техники.  
454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 69.